

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-174723

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

G01J 1/06

(21)Application number : 2000-341869

(71)Applicant : LUCENT TECHNOLOG INC

(22)Date of filing : 09.11.2000

(72)Inventor : BISHOP DAVID JOHN  
GILES RANDY CLINTON

(30)Priority

Priority number : 1999 164459  
2000 518070

Priority date : 10.11.1999  
02.03.2000

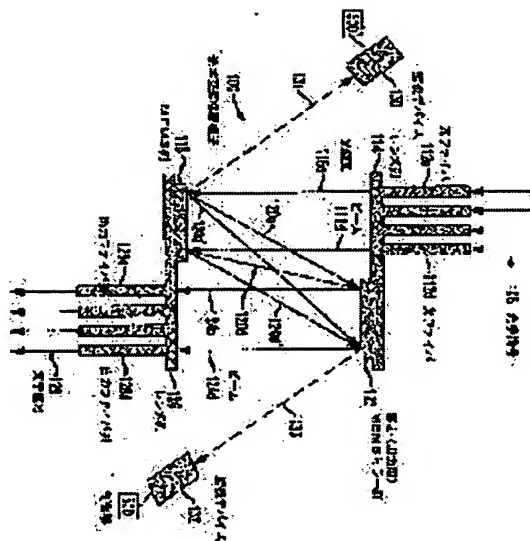
Priority country : US  
US

## (54) OPTICAL CROSS CONNECTION MONITOR DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and a device which detect rotation drift of a mirror element in a MENS inclined mirror array used in an optical cross connection device.

**SOLUTION:** In the optical cross connection device, by arranging the mirror element in a desired position while rotating it, an optical signal from an input fiber is directed toward an output fiber along an optical path. A monitor device arranged on the outside of the optical path is used to obtain a picture of a MENS array or transmit and receive a test signal through the cross connection device in order to detect the existence of mirror element drift.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-174723  
(P2001-174723A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	デマコード*(参考)
G 0 2 B 26/08		C 0 2 B 26/08	E
G 0 1 J 1/06		C 0 1 J 1/06	Z

審査請求 未請求 請求項の数16 ○L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-341869(P2000-341869)

(22) 出願日 平成12年11月9日(2000.11.9)

(31) 優先権主張番号 60/164459

(32) 優先日 平成11年11月10日(1999.11.10)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(31) 優先権主張番号 09/518070

(32) 優先日 平成12年3月2日(2000.3.2)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 59607/259  
ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド  
Lucent Technologies  
Inc.  
アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

(74) 代理人 100081053  
弁理士 三保 弘文

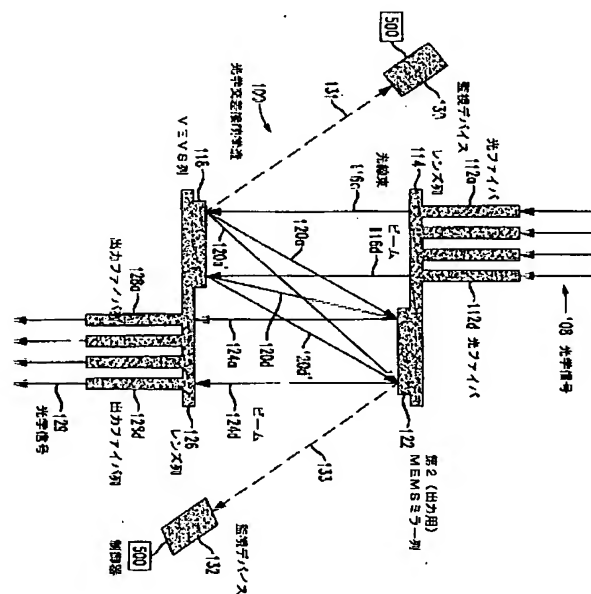
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学交差接続監視デバイス

(57) 【要約】

【課題】 光学交差接続装置内で用いられるMEMS傾斜ミラー列内のミラー素子の回転ドリフトを検出する装置と方法を提供する。

【解決手段】 本発明の光学交差接続装置は、ミラー素子を所望の位置に回転させながら配置することにより、入力ファイバからの光学信号を光学パスに沿って出力ファイバに向ける。光学パスの外側に配置された監視デバイスを用いて、MEMSアレイの画像を得るか、あるいはミラー素子ドリフトの存在を検出するために、交差接続装置を通してテスト信号を送信し、受領する。



(2) 001-174723 (P2001-174723A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の入力光ファイバ(112)から、受光した光信号を光学パスに沿って複数の出力光ファイバ(128)に向けて、この光信号の空間シフトを検出する光学交差接続監視デバイスにおいて、基板上に形成され、複数の入力光ファイバの1つから光学信号を受光し、この受光した光学信号を光学パスに沿って複数の出力光ファイバの1つに向ける光学パス内に配置された稼働のミラー(118)と、前記ミラーは、受光した光学信号の1つの所望の反射方向を与えるために、前記基板に対し意図した角度方向に回転軸を中心に傾斜可能であり、前記意図した角度方向に対し、前記ミラーの回転ドリフトを光学的に検出するために、前記光学パスの外側に配置され、前記ミラーと光学的に導通状態にある光学監視デバイス(130、132)と、を有し、前記検出された回転ドリフトが、光学信号の空間シフトを表すことを特徴とする光学交差接続監視デバイス。

【請求項2】 前記稼働ミラーは、複数の稼働ミラー素子を有するMEMSミラー列を含むことを特徴とする請求項1記載のデバイス。

【請求項3】 前記監視デバイスは、前記ミラー列の画像を得るために方向付けられたカメラを有することを特徴とする請求項2記載のデバイス。

【請求項4】 前記監視デバイスは、前記複数のミラー素子の選択された1つをテスト用光学信号で照射する照射デバイスと、前記選択されたミラー素子からのテスト用光学信号の反射後のテスト信号を受光する受光器と、を有することを特徴とする請求項2記載のデバイス。

【請求項5】 前記ミラー素子の1つは、前記カメラによりパターン化された画像を受光するパターンでもって形成されることを特徴とする請求項3記載のデバイス。

【請求項6】 前記ミラー素子の1つは、前記選択されたミラー素子がテスト信号により照射されたときに、前記受光器が受光するよう前記パターンの反射を生成するパターンを含むことを特徴とする請求項4記載のデバイス。

【請求項7】 複数の入力光ファイバと、複数の出力光ファイバが、光ファイバ列を構成し、前記デバイスはさらに、前記MEMSミラー列からの光学信号を受光し、この受光した光学信号を、前記MEMSミラー列に反射して戻す、前記MEMSミラー列と光学的に導通状態に配置された反射素子を有し、前記反射された光学信号は、前記MEMSミラー列により出力光ファイバで受光できるように、前記光ファイバ列に戻すよう方向付けることを特徴とする請求項2記載のデバイス。

【請求項8】 複数の入力光ファイバと、複数の出力光ファイバが、光ファイバ列を構成し、

前記デバイスはさらに、前記MEMSミラー列からの光学信号を受光し、この受光した光学信号を、前記MEMSミラー列に反射して戻す、前記MEMSミラー列と光学的に導通状態に配置された反射素子を有し、前記反射された光学信号は、前記MEMSミラー列により出力光ファイバで受光できるように、前記光ファイバ列に戻すよう方向付けることを特徴とする請求項4記載のデバイス。

【請求項9】 前記反射器素子は、照射デバイスからテスト信号を受領し、このテスト信号を前記受信器に反射することを特徴とする請求項8記載のデバイス。

【請求項10】 前記照射デバイスと受信器は一体に形成されていることを特徴とする請求項8記載のデバイス。

【請求項11】 前記監視デバイスに接続され、検出された回転ドリフトに応じて制御信号を生成する制御器をさらに有することを特徴とする請求項2記載のデバイス。

【請求項12】 複数の入力光ファイバから受信した光学信号を、光学パスに沿って複数の出力光ファイバに向ける光学交差接続デバイス内の光学信号の空間シフトを監視する方法において、

(A) 複数の入力光ファイバの1つからの信号を受光し、前記受光した信号を光学パスに沿って複数の出力光ファイバの1つに向けるために、基板上に形成されたミラーを光学パス内に配置するステップと、

前記ミラーは、前記ミラーが受光した光学信号の2つを所望の方向に反射させるよう、前記基板に対し意図した角度方向に、回転軸を中心に回転し、

(B) 前記光学パスの外側で、前記ミラーと光学的に導通状態に光学監視デバイスを配置するステップと、

(C) 前記光学監視デバイスを用いて、前記意図した角度方向に対し、前記ミラーの回転ドリフトを光学的に検出するステップと、からなり、

前記検出された光学回転ドリフトは、光学信号空間シフトを表すことを特徴とする光学信号の空間シフトを監視する方法。

【請求項13】 前記稼働ミラーは、複数の稼働ミラー素子を有するMEMSミラー列を含むことを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項14】 (D) 前記複数のミラー素子のいずれかが回転ドリフトを受けたかを決定するステップと、

(E) 前記(C)ステップから制御信号を生成するステップと、

(F) 前記回転ドリフトしたミラー素子の回転位置を調整するために、前記制御信号を用いるステップとをさらに有することを特徴とする請求項13記載の方法。

【請求項15】 前記(B)ステップは、

(B1) 前記MEMSアレイに向けられて光学テスト信号を生成するために、光学信号送信器を光学パスの外側に

(3) 001-174723 (P2001-174723A)

配置するステップと、

(B2) 前記MEMSアレイからのテスト信号の反射の後、前記反射されたテスト信号を検出するために、光学受信器を光学パスの外側に配置するステップと、を有し、

(G) 前記受信器が受信したテスト信号のパワーレベルを監視するステップをさらに有することを特徴とする請求項13記載の方法。

【請求項16】 前記ミラー素子の少なくとも1つは、パターンミラー素子であり、

前記(B)ステップは、

(B3) 前記パターンミラー素子が反射してパターンの画像を生成するように、前記パターンミラー素子に向けて光学テスト信号を生成するために、光学信号送信器を光学パスの外側に配置するステップと、

(B4) 前記パターンイメージを受領し検出するために、光学受信器を前記光学パスの外側に配置するステップとを有することを特徴とする請求項13記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバ通信システムに関し、特に、マイクロ電子機械システム(microelectromechanical systems: MEMS)傾斜ミラー列を用いた光学交差接続構成において、シフト量をモニタするモニタ装置とモニタ方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバ通信システムにおいては、信号のルーティング(経路指定)は、データを搬送する光学信号を意図する場所に向けるために必須である。既存のルーティング技術は、入力ファイバと出力ファイバとの間の光学信号の結合が効率的でないために、光学パワー損失を受ける。これは、光学パワーを光学システムに注入し戻すことにより、パワー損失を補償するために用いられる光学パワーソース(ポンプレーザ)の依存性を増すことになる。光学パワーソースへのニーズは、光学システムの全体コストを押し上げてしまう。

【0003】信号ルーティングの別の重要な点は、複数の入力ファイバ(ポート)のうちの1つから受信した信号を、複数の出力ファイバ(ポート)に、光学信号の周波数によらずに向ける能力である。

【0004】自由空間の光学交差接続により、再構成可能な交換網内の入力ポートと出力ポートとの間の相互接続が可能となる。マイクロ電子機械システム(MEMS)傾斜ミラーデバイスを用いた光学交差接続の一例は、米国特許出願第09/410586号に開示されている。MEMSミラーデバイスの角度を調整することにより、光学信号は様々な宛先すなわち複数の出力ファイバに向けることができる。

【0005】MEMSデバイス、特に傾斜ミラーデバイスは、外部ファクタ、例えば温度変化、および個々のミ

ラー素子を制御するのに用いられるアクチエータ要素が受ける機械疲労等に起因して、不要な動きすなわちドリフトを受けることになる。その結果光学信号パワーは、反射した光学信号と意図した目標物(出力ファイバ)との不整合に起因してパワーを損失することになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】したがって本発明の目的は、ずれを調整するためにMEMS光学交差接続構成を監視するシステムを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、光学信号のドリフトを検出する特徴物を監視する光学交差接続デバイスが得られる。本発明のデバイスは、MEMS傾斜ミラー列を用いて入力ファイバと出力ファイバとの間で、光学信号の光学結合が可能となる。MEMS列は複数の傾斜可能なミラー素子を有し、これらの素子が光学信号を方向付ける意図した方向に配置され、出力ファイバへ信号を光学結合する際に劣化を引き起こすドリフトの影響を受ける。光学パスの外側に配置した監視デバイスが、ドリフトを検出する複数のミラー素子のうちの1つ、あるいは複数のものの位置を監視する。

【0008】本発明の一実施例によれば、監視デバイスは、1つあるいは複数のミラー素子の画像を得るカメラである。

【0009】本発明の他の実施例においては、本発明の監視デバイスは、ミラーの位置のドリフト(ずれ)を監視するために、テスト信号を光学交差接続を介して送信する、光学送信器と光学受信器とを含む。

【0010】本発明のさらに別の実施例においては、パターンが、1つあるいは複数のミラー素子の上に形成され、そのパターンの像あるいは反射像がミラーのドリフトの存在を決定するために得られる。

【0011】本発明の方法は、光学交差接続で用いられるMEMS傾斜ミラー列内の複数のミラー素子のうちのミラー素子の位置を監視する方法である。本発明の方法は、光学パスに沿って、入力ファイバと出力ファイバとの間の光学信号を交差接続するために、所望の傾斜位置に配置してミラー素子を有するMEMSミラー列と共に使用される。光学パスの外側に配置された監視デバイスが、位置のドリフトが発生した時点を検出するために、ミラー素子の位置を監視する。その後このミラーの位置は、検出したドリフトに基づいて制御信号を形成し、この制御信号をドリフトしたミラー素子に適用することにより調整される。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明によりMEMS技術を用いて実現した二軸の傾斜ミラー列により、光学システムで用いられる大容量の光学相互接続構造が可能となる。光学相互接続構造は通常、複数の入力光学パスを、複数の出力光学パスに接続するのに用いられる。光学交差接続

!(4) 001-174723 (P2001-174723A)

の通常の要件は、いずれかの入力がいずれかの出力に接続できることである。MEMSミラー列10の一例を図1に示す。同図においてMEMSミラー列10は、基板11の上に形成され、スプリングである駆動部材に搭載され、電極(図示せず)により制御される複数の傾斜ミラー12を有する。各傾斜ミラー12は、約100-500 $\mu$ mの長さ(幅)を有し、正方形、円形、あるいは楕円形で、所定量の電圧を制御電極にかけることにより決定される傾斜角度で、直交するX-Y軸の周囲に回転、または傾斜させることができる。MEMSミラー列10の詳細な動作は、米国特許出願第09/415178号に開示されている。光学交差接続を形成するために、複数のMEMSミラー列10を用いる一般的な概念は、米国特許出願第09/410586号に開示されている。

【0013】レンズ列と共にMEMS傾斜ミラー列の使用例は、米国特許出願(出願人番号Aksyuk 24-59-58)に開示されている。前掲の出願に開示されているように、コンパクトな大きさ(すなわち交差接続素子間が最小となる)で、最小の光学パワー損失しか示さない、様々な光学交差接続構造を実現することができる。前掲の特許出願で議論されている光学交差接続構造100を図2に示す。同図において光学交差接続構造100は、光学信号108を複数の光ファイバ112を介して受光する。図面を簡単にするために光ファイバ列110は、4本のファイバ112a、112b、112c、112dを有する一次元の列として示されている。光ファイバ112および本明細書で議論する他のファイバ列は、例えばN×N列のような二次元の列が好ましい。

【0014】光ファイバ112は、光学信号108をコリメートレンズとして機能するレンズ列114に送る。このレンズ列114は、光学信号118からの116の束を生成するように、対応するファイバと各レンズが通じ合うように光ファイバ112に対し配置される。かくして、光線束116aは、光ファイバ112aにより搬送される信号から生成され、光線束116bは、光ファイバ112dにより搬送される信号から生成される。

【0015】第1のMEMS列118は、入力列とも称し、傾斜ミラー12が対応する116を受光するように、レンズ列114と整合して配置される。このミラー素子は、米国特許出願第09/415178号で議論された方法で傾斜され、そしてそれぞれの光線束116を、MEMS列118と光学的に導通する位置に配置された第2(出力用)MEMSミラー列122に反射する。MEMS列118の各ミラー素子の傾斜角に依存して、反射信号は、第2(出力用)MEMSミラー列122内の特定のミラー素子に選択的に向けられる。この原理を示すために、図2に示された光線束116aは、反射ビーム120a、120a'を生成し、ビーム116dは、反射ビーム120dと120d'を生成する。こ

れらのビームを第2(出力用)MEMSミラー列122内のミラー素子が受光し、ビーム124としてレンズ列126に向ける。出力ファイバ列128は、レンズ列126と整合して、光学信号129を受光し出力する。かくして、レンズ列126は、ビーム124を出力ファイバ列128に結合する。

【0016】しかしMEMS列118、第2(出力用)MEMSミラー列122の個々の傾斜ミラー12の回転位置あるいは回転方向は、環境条件、例えば温度変化に影響される。その結果傾斜ミラー12の位置がいったん設定されると、この意図した位置は、例えば温度変化に起因してドリフトするすなわち変化する。それにより、意図しない信号のルーティングとパワー損失に悪影響を及ぼす。同様な問題は、ミラーの位置を制御するために用いられるアクチエータにかかる機械疲労とストレスによっても、およびアクチエータへの電荷の影響によっても引き起こされる。これらの変動は、マクロドリフトと称する状態となる。列内のすべてのミラー素子が等しい量だけドリフトするのをマクロドリフトと言い、ミラー素子の一部のみの位置が意図せずに変動するのをマイクロドリフトと称する。

【0017】実際のミラーの位置を補償するために、本発明による光学交差接続構造の好ましくないミラーのドリフトを検出するために、1つあるいは複数の監視デバイス130、132を図2に示す光学交差接続構造100内に配置する。開始デバイスを用いて、MEMS列118、第2(出力用)MEMSミラー列122のマクロドリフトとマイクロドリフトの両方を検出する。例えば各監視デバイスは、カメラあるいは他のカメラとは独立して機能する画像デバイスである。図2においては各カメラは、交差接続装置の光学パス(すなわち、光線束116が出力ファイバ列128を通過するパス)の外側に配置され、それぞれのMEMS列の像を得る。かくしてカメラである監視デバイス130は、MEMS列118上に焦点を有し、カメラである監視デバイス132は第2(出力用)MEMSミラー列122上に焦点を有する(向けられる)。その後その結果得られた画像を、プロセッサとデータベースを有する制御器500内に記憶されたミラー列位置の基準画像と比較する。許容可能以上の量のドリフトがミラー列全体に対し検出された場合には、フィードバック制御信号が、適宜の電圧をミラーアクチエータにかけることによりドリフトを補償し傾斜角を調整するために、制御器500により生成される。他方で、あるミラー素子のみが調整を必要とする場合には、これらのミラーを基準画像等の前述の画像比較により特定し、その後適宜の電圧を所望のアクチエータにかけることにより再度位置を直す。

【0018】図2の監視システムは、図3に示す折り返し型の交差接続構造と共に用いることができる。図3においては、1個の入力/出力ファイバ列312と、1個

(5) 001-174723 (P2001-174723A)

のMEMSミラー列318と、反射表面素子330が折り返し構造を有する。光学パス316の外側に配置されたカメラ340が、検出されたドリフトを計算し、補償するために、MEMSミラー列318内のミラー列の像342を得る。

【0019】カメラの代わりに、あるいはカメラに加えて、監視デバイス130(図2)は、MEMS列118、第2(出力用)MEMSミラー列122に向けられた赤外線ビーム131、133を生成し、監視デバイス130、132は、反射された赤外線ビームを検出する赤外線検出器を有する。照射ソースは、信号波長とは異なる波長を有するテスト信号を生成するか、あるいは信号波長と区別できるように、テスト波長を変動する。赤外線ビーム131、133は、図1のミラー素子16のような基準素子である1つのミラー素子を照射する光線束である。この反射された赤外線信号は、光学交差接続装置を通過して、それぞれの赤外線検出器で受光される。例えばMEMS列118のミラー素子に向けられた赤外線テストビームにおいては、このテストビームは反射されて監視デバイス130に向けられる。そして第2(出力用)MEMSミラー列122のミラー素子に向けられた赤外線ビームについては、テストビームは監視デバイス132が受光する。反射され受光した赤外線ビームの特性に応じて、例えばビームパワー、あるいは強度の現象および/またはビームを受光する検出器上の位置の変化に応じて、マクロドリフトをダイナミックに検出することができる。例えば温度変化の結果としてMEMS列118、第2(出力用)MEMSミラー列122内のすべてのミラー素子にドリフトが発生する。基準ミラー素子(例、ミラー16)からのドリフトを測定し、検出することにより、ミラー列は、制御器500から適宜のフィードバック信号を生成して、ミラー制御アクチュエータに与えることによりドリフトを補償するよう調整することができる。

【0020】監視デバイス130、132の両方は、二重機能のソースデバイス/受光デバイスとして機能でき、各デバイスが他のデバイスが受光する信号を生成することもでき、また他のデバイスが生成した信号を受光することもできる。同様に図3の折り返し型の構成においては、カメラ340は、傾斜ミラー12を照射するために赤外線ソース反射350のようなソースにより生成された、反射されたテスト信号342、343を受領する検出器/受光器でもって実現、あるいは追加することもできる。

【0021】マイクロドリフトの補償においては、図2の光学交差接続構造100の監視デバイス130、132と、図3の300のカメラ340とを複数のミラー素子を照射するためにテストビーム(図2の監視デバイス130と図3の像342)の位置を変化するために制御器500内の走査デバイスに接続される。例えばスキャナ

は、各照射されたミラーの傾斜角を決定するために、ある時間では1つの傾斜ミラー12を照射するためにテストビームの位置を調整する。

【0022】他の方法として基準となるミラー素子16を、表面エッチングにより画像パターンとともに形成する。この変形例により、パターン認識技術を用いることができ、そして生成されたパターンを検出器、あるいはカメラでもって受領し監視する。パターンの検出された動きがミラーのドリフトを示す。パターンは、光ビームがミラー素子16上に中心を有する時の強化シグネチャーを提供するために、散乱光中に測定可能なユニークなパターンを生成するよう、特に方向付けられる。単一のパターンを、すべてのミラーに用いるか、あるいは個々のミラーをそのユニークなパターンでもってコーティングすることもできる。ミラー列を通過する通路全体は、ユニークなパターン化でもって規定され、かくして切替時に列を通過する光ビームをガイドするのに役立つ。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で用いられるMEMSミラー列の一例を表す平面図。

【図2】本発明の一実施例による光学交差接続監視デバイスを表すブロック図。

【図3】本発明の他の実施例による「折り返し」光学交差接続用の監視デバイスを表すブロック図。

【符号の説明】

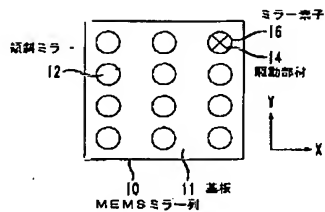
- 10 MEMSミラー列
- 11 基板
- 12 傾斜ミラー
- 14 駆動部材
- 16 ミラー素子
- 100 光学交差接続構造
- 108 光学信号
- 110 光ファイバ列
- 112a、112d 光ファイバ
- 114 レンズ列
- 116a 光線束
- 116d ビーム
- 118 光学信号
- 118 MEMS列
- 122 第2(出力用)MEMSミラー列
- 124a、124d ビーム
- 126 レンズ列
- 128a、128d 出力ファイバ列
- 129 光学信号
- 130、132 監視デバイス
- 312 入力/出力ファイバ列
- 316 光学パス
- 318 MEMSミラー列
- 330 反射表面素子
- 340 カメラ

(6) 001-174723 (P2001-174723A)

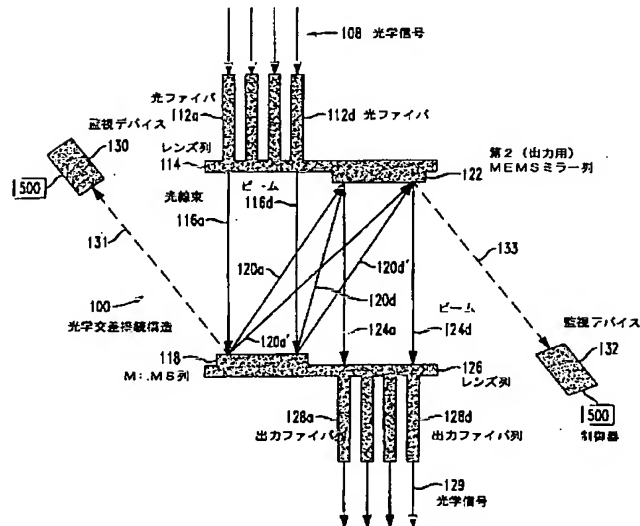
342、343 テスト信号  
350 赤外線ソース

500 制御器

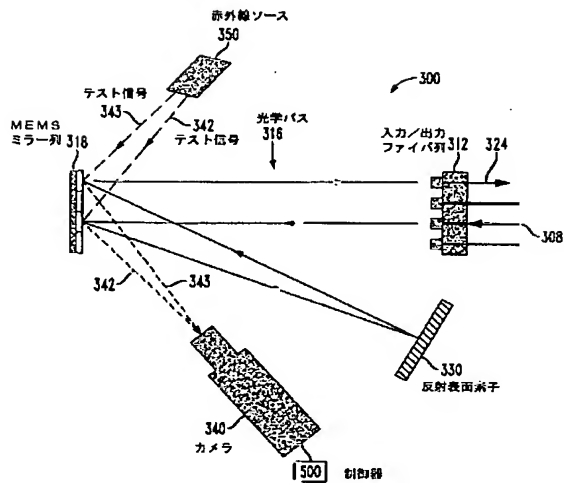
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259  
600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Je  
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72)発明者 デビッド ジョン ビショップ  
アメリカ合衆国、07901 ニュージャージ  
ー、サミット、オーク クノル ロード  
7



!(7) 001-174723 (P2001-174723A)

(72)発明者 ランディー クリントン ギルズ  
アメリカ合衆国、07981 ニュージャージー  
ー、ウィッパニー、パーシッパニー ロー  
ド 114